



**VNiVERSiDAD
D SALAMANCA**

Facultad de Enfermería y Fisioterapia

Grado en Fisioterapia

TRABAJO FIN DE GRADO

Trabajo de revisión bibliográfica sistemática:

**EL IMPACTO DEL EJERCICIO FÍSICO EN EL
TRATAMIENTO DE LA ESCLEROSIS
MÚLTIPLE**

ALUMNO: ADRIÁN PATROCINIO SÁNCHEZ

TUTORA: ANA ISABEL GALÁN HERNÁNDEZ

Salamanca, junio de 2021

ÍNDICE

RESUMEN	2
LISTADO DE ABREVIATURAS.....	3
1.INTRODUCCIÓN.....	4
1.1. Esclerosis múltiple.....	4
1.2. Fisiología cardiovascular y muscular de la EM.....	6
1.3. El ejercicio físico y la EM.....	7
2.OBJETIVOS.....	7
3.ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA Y SELECCIÓN DE ESTUDIOS.....	8
4.SÍNTESIS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	10
A) Ejercicio aeróbico.....	10
B) Ejercicio aeróbico + fuerza.....	12
C) Ejercicio acuático.....	15
D) Ejercicio físico + entrenamiento cognitivo.....	17
E) Ejercicio de fuerza.....	19
5.DISCUSIÓN.....	21
6.CONCLUSIONES.....	23
7.BIBLIOGRAFÍA.....	25
8.ANEXOS.....	27
8.1 Anexo 1. Escala expandida del estado de discapacidad (EDSS).....	27
8.2 Anexo 2. Características de los estudios seleccionados.....	31

RESUMEN

La esclerosis múltiple (EM) es una enfermedad crónica del sistema nervioso central de carácter inflamatorio en la que el sistema inmunitario, de forma anómala, ataca a las propias vainas de mielina provocando su destrucción. Afecta a los adultos jóvenes, con predominancia en el sexo femenino y cursa con multitud de síntomas físicos y mentales, como: ataxia, diplopía, debilidad muscular, depresión, etc. El ejercicio físico, tradicionalmente, ha sido un abordaje contraindicado por el riesgo de empeoramiento de los síntomas. Sin embargo, en la actualidad ha cambiado esta concepción y hay evidencia científica que respalda a la actividad física como una herramienta efectiva para evitar el desacondicionamiento y la retahíla de comorbilidades que acontecen en esta enfermedad.

El objetivo del trabajo ha sido comprobar si el ejercicio físico tiene efectos positivos sobre los pacientes con EM, y determinar qué tipo de entrenamiento ofrece los mejores resultados.

Se ha realizado una búsqueda sistemática en las bases de datos: PubMed, LILACS y PEDro. Se han seleccionado 11 ensayos clínicos.

En la síntesis y análisis de resultados, he agrupado las publicaciones por el tipo de ejercicio realizado y he expuesto los programas de los grupos intervención, realizando un análisis comparativo de los resultados y sacando una visión general de cada grupo.

Finalmente, la conclusión extraída es que todas las publicaciones, y por ende todos los tipos de ejercicios han logrado mejoras significativas de los síntomas de la EM, lo que abre un gran abanico de posibilidades en la práctica clínica.

Palabras clave: multiple sclerosis, exercise therapy, clinical trial.

TABLA 1. ABREVIATURAS (POR ORDEN ALFABÉTICO)

10MWM: 10 metros de marcha máxima.	10MWT: test de marcha de 10 metros.
10-STST: prueba sentado-pie 10 repeticiones.	20MWT: prueba de marcha de 20 metros.
2MWT: prueba de marcha de 2 minutos.	5-STST: prueba sentado-pie 5 repeticiones.
6MWT: test de marcha de 6 minutos.	ATP: trifosfato de adenosina.
BBS: escala de equilibrio de Berg.	EDSS: escala expandida del estado de discapacidad.
EEII: extremidades inferiores.	EESS: extremidades superiores.
EM: esclerosis múltiple.	FC: frecuencia cardíaca.
FSMC: escala de fatiga para las funciones motoras y cognitivas.	FSS: escala severidad de la fatiga.
HTA: hipertensión arterial.	IMC: índice de masa corporal.
kPCr: tasa de recuperación de fosfocreatina constante.	m: metros.
MFIS: escala modificada de impacto de fatiga.	MSIS-29: escala de impacto físico y psicológico de la EM.
MSQOL-54: cuestionario de calidad de vida específico de esclerosis múltiple.	MSWS-12: escala de marcha de la EM de 12 ítems.
PCr: fosfocreatina.	PHQ9: cuestionario para la depresión.
RM: repetición máxima.	SDMT: test de símbolos y dígitos.
SNC: sistema nervioso central.	SPART: spatial recall test/ prueba memoria visoespacial.
TRX: total body resistance exercise.	VO ₂ máx: consumo máximo de oxígeno.
W: trabajo máximo.	

1. INTRODUCCIÓN

1.1- Esclerosis múltiple

La esclerosis múltiple (EM) es una enfermedad del sistema nervioso central de tipo autoinmune inflamatoria y caracterizada por la desmielinización, pérdida o daño axonal y actividad inflamatoria.^{1,2}

Es una enfermedad crónica que se manifiesta en los adultos jóvenes, predominantemente en las mujeres,³ en una proporción aproximada de 2:1.^{1,4} Usualmente, aparece en edades muy tempranas, entre los 20 y los 40 años.^{2,4} La incidencia aproximada es de 7 por cada 100.000 habitantes,¹ y la prevalencia se encuentra en un intervalo entre 50 y 300 por cada 100.000 habitantes, estimándose que hay 2,3 millones de personas con EM a nivel mundial, aunque es probable que el número real sea mayor debido a la falta de datos en grandes poblaciones como China o India.⁵ Hay diferencias significativas entre países en cuanto a la prevalencia, siendo más alta en regiones como Europa y Norteamérica, y más baja en territorios como África subsahariana y Asia.² Según la Sociedad Española de Neurología (SEN): “La esclerosis múltiple afecta a 47.000 personas en España, a 700.000 personas en Europa y a 2,5 millones de personas en todo el mundo”.⁶

Evolución clínica

En función del área del SNC afectada, la EM presenta los siguientes síntomas neurológicos:⁷

-Nervio óptico: pérdida dolorosa de visión monocular.^{2,7}

-Tronco del encéfalo y cerebelo: diplopía o visión doble, ataxia de la marcha, vértigo, dismetría, temblor intencional o postural, paresia facial y / o hipoestesia.^{2,7}

-Médula espinal: hemiparesia, monoparesia o paraparesia, disestesia, hipoestesia, parestesia urinaria y/o fecal y disfunción de los esfínteres.^{2,7}

-Hemisferio cerebral: hemiparesia facio-braquial-crural y hemihipoestesia facio-braquial-crural.^{2,7}

-Otras manifestaciones: espasmos dolorosos, disartria, disfagia, dolor neuropático, disfunción sexual, marcha espástica, fatiga, espasticidad, deterioro cognitivo, depresión y convulsiones.⁷

El curso natural de la EM es sumamente variable y la sintomatología presenta múltiples fluctuaciones: apareciendo, desapareciendo o agravándose gradualmente. A pesar de ello podemos distinguir varios fenotipos de EM, según el curso evolutivo de la enfermedad:⁴

Esclerosis múltiple remitente recurrente (EMRR):⁴ es la más frecuente representando el 85 %.^{4,7} Aparece un inicio agudo o subagudo con síntomas neurológicos seguidos de una recuperación total o parcial.⁴ Aparecen recaídas de manera irregular ⁴ (inicio subagudo de nuevos síntomas neurológicos de una duración mínima de 24 horas y carente de fiebre o infección⁷). Ante una recuperación incompleta de una recaída, el sujeto puede acumular déficit o discapacidad,⁴ cuantificada en la práctica clínica a través de la EDSS.⁷

Esclerosis múltiple primaria progresiva (EMPP):⁴ es menos frecuente y representa alrededor del 10-15 %.^{4,7} Se inicia de manera lenta y progresiva, provocando una acumulación gradual de discapacidad neurológica, en la que no aparecen recaídas ni remisiones.^{4,7} Una gran parte de estos pacientes padecen un trastorno de la marcha a causa de la paraparesia espástica, al que se le pueden sumar síntomas sensoriales y disfunción de los esfínteres.⁷

Múltiples estudios respaldan que, con el paso de los años, cerca del 80 % de los pacientes entran en una fase progresiva conocida como esclerosis múltiple secundaria progresiva (EMSP).^{2,7} La EMSP tiene un curso de la enfermedad similar a la EMPP apareciendo síntomas neurológicos de forma paulatina, principalmente una alteración de la marcha, con o sin recaídas superpuestas.⁷ Se observa una progresión gradual con acumulación de discapacidad neurológica irreversible.⁴

Tradicionalmente, se consideraba un cuarto fenotipo de EM conocida como esclerosis múltiple recurrente progresiva (EMRP).⁴ Sin embargo, estudios más recientes la han sustituido por el síndrome clínicamente aislado (SCA).⁷ El SCA se define como: “La primera manifestación clínica de la enfermedad que se aísla en el tiempo o no está precedida por ningún evento neurológico”.⁷ Las áreas más afectadas son los nervios ópticos, la médula espinal y el tronco del encéfalo.⁷

Una vez producido un SCA, el riesgo de desarrollar EM depende de múltiples factores: presencia de lesiones en la sustancia blanca en la resonancia magnética, edad temprana

al inicio del SCA, pacientes no caucásicos, la presencia de bandas oligoclonales en el líquido cefalorraquídeo...entre otros.⁷

Etiopatogenia y Etiología

La causa última de la EM y los mecanismos precisos se desconocen aún.^{7,8} Estudios actuales coinciden en que se trata de un proceso autoinmune en el que el sistema inmunitario, de forma anómala, ataca a los propios axones del SNC activando las células T, responsables de la destrucción de las vainas de mielina.⁸ Las vainas de mielina facilitan la conducción axonal de los impulsos nerviosos. Por tanto, su destrucción perjudica la transmisión neuronal. Las vainas de mielina son sustituidas por placas de tejido cicatricial duro, que interfiere aún más en esta transmisión.⁸

La etiología se basa en una causa multifactorial, en donde se produce una compleja interacción desconocida entre factores genéticos y factores ambientales.^{1,2,5,7,8} De esta forma, sujetos genéticamente susceptibles (determinados principalmente por el complejo de histocompatibilidad) son los principales candidatos a desarrollar EM, sumado además a la presencia de factores ambientales desencadenantes, como: infección por el virus de Epstein-Barr, el tabaquismo, niveles bajos de vitamina D y un IMC alto durante la adolescencia.^{2,7}

1.2 Fisiología cardiovascular y muscular de la EM

Destacamos diferencias importantes en la fisiología cardiovascular y muscular de un paciente con EM frente a una persona sana de su misma edad.

1) Capacidad aeróbica y aptitud cardiorrespiratoria: se manifiesta a través del VO₂ máx, el cual es inferior en pacientes diagnosticados de EM. La causa es una disfunción respiratoria debida a la debilidad de los músculos respiratorios, defectos musculares y el cansancio.³

2) Factores cardíacos (frecuencia cardíaca basal y presión arterial diastólica): ambos parámetros aparecen aumentados en la enfermedad debido a los defectos en el control autónomo de la función cardiovascular.³

3) Fuerza muscular: aparece un descenso de la fuerza como consecuencia de una importante atrofia muscular, más evidente en EEII.³

4) Flexibilidad: se observa un descenso, especialmente en sujetos con marcada espasticidad.³

Estas diferencias importantes provocan que un paciente con EM, por su particular fisiología, no pueda adaptarse a un programa de ejercicio físico de manera similar que una persona sana. Además, es necesario diseñar un programa de entrenamiento personalizado para cada persona con EM teniendo en cuenta su grado de discapacidad, la intensidad de los síntomas, etc.³

1.3 El ejercicio físico y la esclerosis múltiple

Con frecuencia, las personas evitan el ejercicio físico por el miedo al empeoramiento de las manifestaciones de la enfermedad o recaídas. Estas limitaciones en las actividades físicas provocan un aumento de la discapacidad y una falta de forma en el estado físico que se traduce en un deterioro de la calidad de vida.³

Las consecuencias de la falta de actividad física van más allá y conllevan una mayor posibilidad de condiciones comórbidas, como pueden ser: hipercolesterolemia, HTA, obesidad, diabetes mellitus tipo 2, cáncer, artritis, osteoporosis, accidentes cerebrovasculares, etc.³

Esta concepción ha ido cambiando, y las últimas investigaciones ponen de manifiesto que el ejercicio regular es una solución importante para frenar el proceso de desacondicionamiento y para lograr un nivel óptimo en las actividades de la vida diaria, mitigando muchos de los síntomas de la enfermedad. El ejercicio adecuado puede mejorar diferentes aspectos de la fisiología y la condición física del paciente: capacidad aeróbica, fuerza muscular, flexibilidad, equilibrio, fatiga, cognición, calidad de vida y función respiratoria.³

2. OBJETIVOS

El objetivo principal del trabajo es sintetizar y analizar de manera exhaustiva la evidencia científica recogida en ensayos clínicos actuales sobre el impacto y los beneficios del ejercicio físico en el tratamiento de la EM.

Agrupar y determinar qué tipo de programa de ejercicio y/o ejercicios ofrecen un resultado más beneficioso en individuos con dicha patología.

3. ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA Y SELECCIÓN DE ESTUDIOS

Para la selección de los estudios incluidos en el apartado de análisis, se ha desarrollado una búsqueda sistemática en diferentes bases de datos: PubMed, PEDro y LILACS. La búsqueda se llevó a cabo en febrero de 2021 y se utilizaron 2 términos principales: ejercicio físico y esclerosis múltiple.

En PubMed se planteó una búsqueda avanzada haciendo uso de los siguientes términos: exercise [Mesh], exercise [All Fields], exercise therapy [Mesh], physical exercise [All Fields] y multiple sclerosis [Mesh] uniéndolos todos con operadores booleanos OR y AND. La estrategia de búsqueda definitiva fue: (((exercise) OR (physical exercise)) OR (exercise [MeSH Terms])) OR (exercise therapy [MeSH Terms])) AND (multiple sclerosis [MeSH Terms]). Esta búsqueda obtuvo un resultado de 1.863 artículos. Los filtros empleados para acotar los resultados han sido: fecha publicación (2015-2020), ensayos clínicos (clinical trial), hombres y/o mujeres, mayores de 19 años, en inglés o español. Las publicaciones definitivas obtenidas fueron 213.

Posteriormente, se realizó la correspondiente búsqueda en la base de datos de PEDro en donde se emplearon los siguientes términos: exercise y multiple sclerosis, y los siguientes filtros: ensayos clínicos desde 2015. Obteniendo 90 resultados.

Finalmente, y siguiendo la misma dinámica, se adaptó la búsqueda en la base de datos de LILACS, dando como resultado 169 publicaciones.

El número total de artículos encontrados fue de 472. En primer lugar, se descartaron 364 artículos tras leer el resumen y comprobar que no cumplían el objetivo de mi trabajo, así como suprimiendo los duplicados.

Las 108 publicaciones restantes fueron analizadas en profundidad aplicando unos criterios de inclusión y exclusión:

Criterios de inclusión:

-Ensayos clínicos publicados entre 2015 y 2020.

-Población de estudio: pacientes con EM mayores de 19 años, tanto hombres como mujeres.

-El estudio se divide en 2 grupos: un grupo intervención, que se somete a un programa determinado de ejercicio, y un grupo control.

-Estudios que realmente respondan al objetivo de mi trabajo: efectos del ejercicio físico en pacientes con EM.

-Estudios que recojan de manera detallada el protocolo aplicado: tipo de ejercicio físico, frecuencia de las sesiones, intensidad, duración, etc.

Criterios de exclusión:

-Estudios que no tengan como objetivo comprobar los efectos del ejercicio físico en pacientes con EM.

Una vez empleados estos criterios de inclusión y exclusión, se seleccionaron definitivamente 11 ensayos clínicos acerca del impacto del ejercicio físico en el tratamiento de la EM para el apartado de síntesis y análisis de resultados, extraídos de PubMed y PEDro. Ninguna publicación de LILACS cumplió los criterios anteriores.

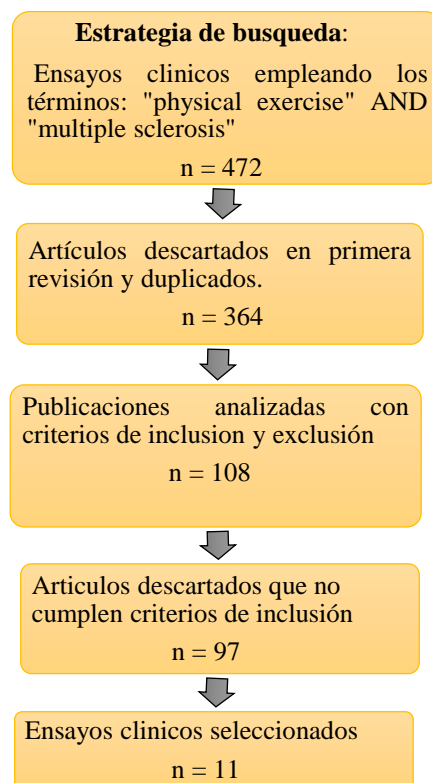


Figura 1. Estrategia de búsqueda y selección de estudios

4. SÍNTESIS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Son 11 ensayos clínicos los seleccionados para comprobar el efecto del ejercicio físico en el tratamiento de pacientes con EM. Se han agrupado, para su análisis, en diferentes bloques en función del tipo de ejercicio físico que emplean en el grupo intervención: ejercicio aeróbico,^{9,10} ejercicio aeróbico y de fuerza,^{11,12} ejercicio acuático,^{13,14} ejercicio físico y entrenamiento cognitivo¹⁵⁻¹⁷ y finalmente, ejercicio de fuerza.^{18,19}

Con el fin de analizar los estudios y contrastar la efectividad del ejercicio físico en personas con EM, el planteamiento común seguido en todos los grupos de ejercicios ha sido el siguiente: exposición del programa del grupo intervención y del grupo control, recogida de los resultados a través de los parámetros estudiados en cada uno de los artículos (capacidad aeróbica,^{9,10} función motora y funcional,^{9-14,16-19} función cognitiva,^{9-11,15-17} equilibrio,^{12-14,16,17} fatiga,^{9,11,12,14} fuerza,^{12,14,17-19} etc.) y finalmente, comparación de resultados con el fin de extraer una conclusión válida que posteriormente nos permita sugerir la mayor o menor utilidad de los distintos tipos de entrenamiento.

A) Ejercicio Aeróbico

Acerca del impacto del ejercicio aeróbico en el tratamiento de la EM encontramos 2 ensayos clínicos.^{9,10}

El estudio de **Orban et al.**⁹ consta de un grupo intervención de 10 individuos con una puntuación media de 3.5 en la EDSS y un grupo control de 7 participantes con una puntuación media en la EDSS de 3. Al grupo intervención se aplica un programa de ejercicio aeróbico de alta intensidad estructurado en 4 sesiones de 30 minutos por semana a lo largo de 8 semanas, manteniendo una frecuencia cardiaca objetivo del 70% de la FC máxima calculada para cada uno. Los participantes entrenaron en una cinta rodante (n=9) y en cicloergómetro (n=1). Fueron supervisados in situ por un fisiólogo del ejercicio.

Por otro lado, el grupo control realizó un programa de estiramientos estáticos de 4 sesiones de 30 minutos a la semana a lo largo de 8 semanas. Un fisiólogo del ejercicio dirigió el primer entrenamiento y dio una guía en papel de los estiramientos para los restantes días. Se valoró el cumplimiento y solo un sujeto del grupo intervención no

completó el estudio por problemas de salud (efecto adverso). El cumplimiento del grupo control a los estiramientos fue muy alta, con un 99,4 %.

El estudio **Feys et al.**¹⁰ posee una muestra inicial de 42 sujetos con una discapacidad leve (EDSS=2.5) y con la capacidad de caminar 5 km sin descanso ni uso de instrumentos de asistencia. Presenta un grupo intervención y un grupo control de 21 sujetos cada uno. El grupo intervención realizó un programa de entrenamiento individual y supervisado de manera remota, vía correo electrónico, de intensidad personalizada según su capacidad aeróbica de referencia. Este programa consta de 3 entrenamientos semanales a lo largo de 12 semanas. Las sesiones, durante las primeras semanas, incluían largas caminatas intercaladas con sesiones cortas de carrera de un minuto. La duración de las sesiones de carrera fue aumentando progresivamente hasta que los participantes eran capaces de correr 5 km sin descanso a las 12 semanas. Finalmente, 2 sesiones fueron organizadas de manera grupal con la finalidad de ver el progreso individual e incluyeron componentes educativos.

Por su parte, el grupo control no recibió ningún programa de entrenamiento. Respecto al cumplimiento, 7 personas abandonaron el grupo intervención (n=3) y el grupo control (n=4) debido a traslados de país y a la incomodidad subjetiva con el entrenamiento. Posteriormente, 3 sujetos de cada grupo se excluyeron del análisis. Finalmente, las 28 personas que completaron el entrenamiento tuvieron una adherencia alta (93.67 %) y más de la mitad de las sesiones perdidas se debieron a lesiones asociadas al entrenamiento.

Una vez expuestos ambos programas de entrenamiento, es preciso realizar un análisis comparativo de los resultados con el objetivo de llegar a una conclusión válida acerca de qué programa de ejercicio aeróbico obtuvo una mejora significativa en más parámetros analizados. El estudio de **Orban et al.**⁹ logró una mejora significativa en comparación a sus valores iniciales en 9 de 21 parámetros estudiados: capacidad aeróbica (VO₂ máx, W y tiempo total de ejercicio), prueba cognitiva (SDMT), fatiga (MFIS: subpuntuaje cognitivo), espectroscopía de resonancia magnética del musculo tibial anterior (ATP/PCr y kPCr en el musculo tibial anterior derecho) y composición corporal (masa muscular magra y % grasa corporal). En comparación a los valores del

grupo control, solo 3 parámetros fueron mejorados significativamente: VO₂ máx, W y tiempo total ejercicio (capacidad aeróbica). El estudio de **Feys et al.**¹⁰ obtuvo una mejora significativa en comparación al grupo control en 10 de 34 parámetros totales, siendo: capacidad aeróbica (VO₂ máx y W), test funcional de extremidades inferiores (5-STTS), prueba cognitiva (SPART), marcha (MSWS-12), impacto físico y psicológico de la EM (MSIS-29: subescala física y psicológica), fatiga (FSMC: subescala cognitiva y física) y volumen del pallidum izquierdo.

En ambos estudios se obtiene una mejora significativa de la aptitud aeróbica. Sin embargo, a pesar de que el estudio de **Feys et al.**¹⁰ obtiene un resultado significativo en un mayor número de parámetros, hemos de tener en cuenta que los cambios en la capacidad aeróbica son ampliamente inferiores (VO₂ máx: +6 %; W: +13 %) si los comparamos con los obtenidos en el estudio de **Orban et al.**⁹ (VO₂ máx: +12,7 %; W: +29,1 %). Apoyándonos en los resultados anteriores, diríamos que resulta más beneficioso un programa de entrenamiento aeróbico, supervisado in situ y grupal que un entrenamiento realizado de forma individual y con supervisión remota. Respecto a la duración de la intervención, ha sido más favorable un programa de menor duración (8 semanas) que uno de mayor duración (12 semanas).

Como visión general, el ejercicio aeróbico logró una mejora significativa de la capacidad aeróbica y del rendimiento cognitivo por lo que es un abordaje favorable para aplicar en pacientes con EM. La elevada cantidad de abandonos y lesiones presentes en el estudio de **Feys et al.**¹⁰ sugieren la necesidad de realizar una supervisión del entrenamiento, y así, asegurarse de que la intensidad y la ejecución de los ejercicios sea la correcta.

B) Ejercicio aeróbico + fuerza

Disponemos de 2 estudios^{11,12} que aplican un programa de entrenamiento combinado de ejercicio aeróbico y de fuerza.

El estudio de **Grazioli et al.**¹¹ está compuesto por 20 participantes con una puntuación entre 2.5 y 5.5 en la EDSS. Consta de un grupo experimental de 10 sujetos con una puntuación media de 4.73 en la EDSS, que siguió un programa combinado de ejercicio aeróbico y fuerza a lo largo de 12 semanas, 2 sesiones por semana de una hora de duración. Son sesiones grupales de 4 o 5 personas estructuradas en 4 fases: calentamiento, entrenamiento de fuerza con 3 ejercicios para EEII y 3 ejercicios para

EESS al 50 % de 1RM y en 2 series de 10-15 repeticiones cada uno, un entrenamiento aeróbico de 10 minutos en el cicloergómetro al 65 % de la FC máxima y una parte final con estiramientos musculares y ejercicios respiratorios.

El grupo control, formado por 10 participantes con una puntuación media en la EDSS de 4.4, recibió un tratamiento de fisioterapia convencional (metodología Bobath y Vojta) durante las 12 semanas, también con 2 sesiones semanales. El cumplimiento fue total y ningún sujeto abandonó el estudio.

El estudio de **Sangelaji et al.**¹² está formado por 3 grupos intervención, que nombraremos como grupo 1, grupo 2 y grupo 3 respectivamente; y un grupo control. Cada uno de los grupos experimentales, integrado por 10 sujetos, llevó a cabo un programa de entrenamiento grupal que combinaba ejercicios aeróbicos (bicicleta estática y tapiz rodante) con ejercicios de fuerza de rodilla personalizados durante 32 sesiones, repartidas a lo largo de 8 semanas. Durante la primera semana, el ejercicio aeróbico se llevó a cabo al 40 % de la FC máxima y 10 minutos por cada dispositivo, luego aumentó gradualmente hasta el 70 % de la FC máxima y 20 minutos. Los ejercicios de fuerza comenzaron al 50 % de 1RM y en 3 series con 10 repeticiones y aumentaron hasta el 70 % de 1RM con 3 series y 10 repeticiones. La distribución de las sesiones fue la siguiente: grupo 1 (EDSS media=1.33): 1 sesión de ejercicios de fuerza y 3 sesiones de ejercicios aeróbicos / semana, grupo 2 (EDSS media=2.06): 2 sesiones de ejercicios de fuerza y 2 sesiones de ejercicios aeróbicos / semana y grupo 3 (EDSS media=1.95): 3 sesiones de ejercicios de fuerza y 1 sesión de ejercicios aeróbicos / semana.

El grupo control (10 individuos con una EDSS media =1.81), por el contrario, no recibió ningún programa de entrenamiento. El cumplimiento fue total y ningún sujeto abandonó el estudio.

Comparando ambos programas, en el estudio de **Grazioli et al.**¹¹, el grupo intervención logró una mejora significativa respecto a sus valores iniciales en 8 de los 9 parámetros analizados: test que valora movilidad y riesgo de caídas (TUG), pruebas funcionales de la marcha (6MWT y 10MWT), calidad de vida (MSQOL-54: puntaje

salud física y puntaje salud mental), depresión (PHQ9), fatiga (FSS) y discapacidad (EDSS). Considero necesario destacar que se produjo una ligera mejoría del grupo intervención en el equilibrio (BBS), así como una mejora significativa del grupo control en los cuestionarios MSQOL-54: puntaje salud física y FSS.

Por otro lado, el estudio de **Sangelaji et al.**¹² analizó diferentes parámetros, clasificados en 4 grupos: fuerza de músculos flexores y extensores de las rodillas (RM), pruebas que valoran la marcha (6MWT, 10MWT, 20MWT y TUG), equilibrio (BBS) y fatiga (FSS). Voy a exponer resumidamente los resultados de este estudio: el grupo intervención 1 obtuvo una mejora significativa intragrupo en 6 parámetros y una mejora significativa intergrupo en 7 de 10 parámetros (marcha, equilibrio y fuerza), el grupo intervención 2 obtuvo una mejora significativa intragrupo en 4 parámetros y una mejora significativa intergrupo en 2 de 10 parámetros (marcha y fuerza) y el grupo intervención 3 mejoró significativamente 7 parámetros en relación a sus valores iniciales. En comparación al grupo control, mejoró significativamente 3 de 10 parámetros (fuerza).

Los resultados anteriores manifiestan que el grupo intervención 1 obtuvo una mejora significativa respecto al grupo control en más parámetros que el resto de los grupos experimentales, concretamente 7 parámetros de los 10 analizados (6MWT, 10MWT, 20MWT, BBS, RM flexión rodilla derecha, RM flexión y extensión rodilla izquierda). Esto nos lleva a la conclusión de que el grupo 1 obtuvo los mejores resultados o, dicho de otra manera, el programa de entrenamiento combinado con un componente aeróbico predominante resultó ser el más efectivo.¹²

Ahora bien, enfrentando ambos estudios, el estudio de **Grazioli et al.**¹¹ obtuvo un resultado significativo en más parámetros que el estudio de **Sangelaji et al.**¹². Asimismo, teniendo en cuenta qué parámetros tienen más importancia en la calidad de vida y bienestar de personas con EM, el estudio de **Grazioli et al.**¹¹ mostró una mejora significativa en parámetros como la fatiga, la calidad de vida o la depresión, mientras que el estudio de **Sangelaji et al.**¹² no mejoró significativamente el único parámetro psicológico que analizó. En base a ello, diríamos que resulta más beneficioso un programa de entrenamiento formado por pocas sesiones semanales e integradas cada una de ellas por ejercicios de fuerza tanto de EESS como de EEII y

por ejercicio aeróbico, en contraposición a un mayor número de sesiones semanales y solo integradas por ejercicios de resistencia de EEII o por ejercicios aeróbicos.

Como conclusión general, el resultado favorable en la mayoría de parámetros incluyendo aquellos más valiosos para los pacientes como pueden ser la fatiga o la calidad de vida junto con la ausencia de efectos adversos y abandonos en los protocolos, ponen en evidencia la gran efectividad de este tipo de programas de ejercicio físico y su elevada utilidad en la práctica clínica.

C) Ejercicio acuático

En este grupo disponemos de 2 ensayos clínicos^{13,14} que ponen en práctica un programa de entrenamiento acuático.

El estudio de **Aidar et al.**¹³ posee un grupo experimental de 13 individuos con variedad de discapacidades, siendo la más frecuente la moderada (EDSS: 3.5-5.5) al que se le sometió a un programa de entrenamiento acuático en piscina a lo largo de 12 semanas, a través de 3 sesiones semanales de una duración de 45-60 minutos aproximadamente. Las sesiones consistían en una marcha inicial de 5-10 minutos fuera del agua (calentamiento), marcha dentro de la piscina con el nivel del agua hasta el esternón durante 5-10 minutos, bicicleta acuática con el *pool noodle* durante 5-10 minutos, ejercicios acuáticos para EEII y EESS durante 5-10 minutos, ejercicios respiratorios dentro de la piscina durante 5 minutos, natación durante 10 minutos y finalmente un periodo de recuperación dentro del agua de 5 minutos.

Por el contrario, el grupo control, también integrado por 13 sujetos de discapacidad variada, pero siendo la moderada la más prevalente, no llevó a cabo ningún programa de entrenamiento. La piscina no contaba con ningún sistema de climatización, característica a tener en cuenta en el posterior análisis. En relación con el cumplimiento, el estudio inicialmente contó con 28 participantes y 2 sujetos no se incluyeron en el análisis, un individuo de cada grupo, por abandono e imposibilidad de completar la evaluación física post-intervención.

El estudio de **Kargarfard et al.**¹⁴ cuenta con un grupo intervención de 17 mujeres con puntuación media en la EDSS de 3.4, que completó un programa de ejercicio acuático dirigido y supervisado a lo largo de 8 semanas, divididas en 3 sesiones semanales.

La sesión estaba integrada por un calentamiento inicial de 10 minutos a poca profundidad (0.8 m), la parte central de la sesión estaba integrada por un circuito de ejercicios funcionales, ejercicios de movilidad de articulaciones, de equilibrio y de marcha durante 40 minutos a mayor profundidad (2.8 m); y finalmente un enfriamiento formado por actividades recreativas realizadas a poca profundidad (0.8 m) a lo largo de 5-10 minutos. El diseño del entrenamiento era un circuito, donde se realizaban 10-12 repeticiones en cada posta y se avanzaba a la siguiente.

El grupo control, integrado por 15 mujeres con una puntuación media en la EDSS de 3.7, no fue sometido a ningún programa de ejercicio físico. En este caso y en contraposición al estudio previo, la piscina contó con un sistema de climatización, que mantuvo la temperatura entre 28-30 °C. Finalmente, podemos destacar que ambos grupos realizaron sesiones educativas semanales, en donde recibían información médica acerca de la enfermedad, consejos para un buen estilo de vida, terapia ocupacional, etc. El cumplimiento fue absoluto y todas las mujeres del grupo intervención completaron los entrenamientos.

Comparando ambos programas, el estudio de **Aidar et al.**¹³ consiguió una mejora significativa de todos los parámetros funcionales analizados, siendo un total de 4: prueba funcional (TUG), equilibrio (BBS), prueba funcional de extremidades inferiores (timed 7.62 meter walk) y prueba que evalúa la fuerza de miembros inferiores (getting up from a sitting position) mientras que el estudio de **Kargarfard et al.**¹⁴ obtuvo un resultado significativo también en todos los parámetros, siendo un total de 8: composición corporal (IMC), marcha (6MWT), test funcional de extremidades inferiores (10-STS), fuerza muscular de extremidades superiores (Push up test), equilibrio (BBS) y fatiga (MFIS: subpuntaje físico, psicosocial y cognitiva).

Los resultados manifiestan que el estudio de **Kargarfard et al.**¹⁴ logró una mejora significativa en una mayor cantidad y variedad de parámetros. Por tanto, diríamos que resulta más beneficioso en pacientes con EM un programa de ejercicios acuáticos dirigidos y supervisados, ejecutados en una piscina con sistema de climatización y acompañados por sesiones educativas al margen del entrenamiento.

Como visión general, la evidencia positiva de los resultados indica una alta efectividad de este tipo de abordaje y la conclusión de que un programa de ejercicios acuáticos es una opción muy válida e interesante para aplicar a pacientes con EM.

D) Ejercicio físico + entrenamiento cognitivo

En este apartado encontramos 3 ensayos clínicos¹⁵⁻¹⁷ que aplican un programa de entrenamiento cognitivo combinado con otro tipo de ejercicio físico.

El estudio de **Jiménez-Morales et al.**¹⁵ presenta un grupo intervención de 13 sujetos con una puntuación media en la EDSS de 4.70 que realizó un programa de entrenamiento cognitivo combinado con ejercicios aeróbicos en un total de 30 sesiones, repartidas en 6 semanas. El ejercicio aeróbico se llevó a cabo en 2 sesiones, tapiz rodante por la mañana y cicloergómetro por la tarde. Para el entrenamiento cognitivo se escogió un juego de tablero (TaDiCS®) que incluía diferentes tareas. La duración del entrenamiento cognitivo fue de 45 minutos cada sesión y siempre se realizó después del entrenamiento aeróbico.

El grupo control, de 13 sujetos y de 4.19 como puntuación media en la EDSS, completó un programa de entrenamiento aeróbico similar al del grupo intervención sin incluir el entrenamiento cognitivo. Finalmente, el cumplimiento fue casi total, y únicamente un sujeto del grupo control abandonó el protocolo por motivos médicos.

El estudio de **Sosnoff et al.**¹⁶ aplica a un grupo intervención de 10 sujetos con una puntuación de 1.75 en la EDSS un programa combinado de equilibrio y marcha con actividades cognitivas. La duración del estudio fue de 12 semanas, distribuidas en 2 sesiones semanales de una hora de duración. En los primeros 30 minutos, se entrenó el equilibrio a través de 10 ejercicios, repitiendo 2 veces cada uno y realizando tareas cognitivas en la segunda repetición. Los 30 minutos restantes de la sesión, fueron ocupados por entrenamiento de la marcha en un tapiz rodante, realizando tareas cognitivas de manera alternativa durante un minuto: un minuto de marcha, un minuto de marcha + tareas cognitivas, un minuto de marcha y así sucesivamente. La duración de la marcha en la primera sesión fue de 10 minutos, y se aumentó gradualmente. Las tareas cognitivas fueron: lucidez verbal, la discriminación y la toma de decisiones, la memoria de trabajo, el seguimiento mental y la cognición visoespacial.

El grupo control, de 10 individuos con una EDSS de 2.5, llevó a cabo el mismo entrenamiento de la marcha y equilibrio, pero sin incluir las actividades cognitivas. Respecto al cumplimiento, 5 participantes (2 del grupo intervención y 3 del grupo

control) abandonaron el estudio por diferentes motivos, como reagudizaciones o intervenciones quirúrgicas.

El estudio de **Gutiérrez-Cruz et al.**¹⁷ posee un grupo intervención de 15 sujetos con una puntuación media de 3.6 en la EDSS, al que se aplicó un programa de fuerza combinado con ejercicios cognitivo-motores. El protocolo estaba formado por un calentamiento inicial que incluía marcha y ejercicios de movilidad. En la parte central de la sesión se entrenaron diferentes capacidades: fuerza dinámica general, fuerza dinámica contrarresistencia, marcha/carrera dual con un sistema electrónico que evaluaba la velocidad de reacción y finalmente una tarea doble que consistía en realizar ejercicios de coordinación mientras caminaban sobre placas inestables. La sesión finalizaba con estiramientos. El estudio tuvo una duración de 24 semanas, estructurada en 3 sesiones semanales de una hora de duración. Las sesiones fueron grupales (5 o 6 sujetos) y dirigidas por un entrenador.

Por otro lado, el grupo control (11 sujetos) de 3.8 como puntuación media en la EDSS, no llevó a cabo ningún programa de ejercicio físico.

Comparando los resultados, observamos que el estudio de **Jiménez-Morales et al.**¹⁵ obtuvo una mejora significativa en relación con el grupo control en 3 parámetros cognitivos (SDMT, SPART 10/36 y stroop interferencia palabra-color) de 12 totales. En relación a sus valores pre-intervención, el grupo experimental obtuvo una mejora significativa en un total de 6 parámetros y el grupo control obtuvo una mejora significativa solo en 2 de ellos. El estudio de **Sosnoff et al.**¹⁶ analizó múltiples variables clasificadas en 3 grupos: la marcha, la cognición y el equilibrio. El grupo intervención, en comparación al grupo control, logró una mejora significativa en la marcha (2 de 3 parámetros totales) y apenas obtuvo resultados en la cognición (solamente un parámetro: la memoria visoespacial). En total, solo se obtuvo resultado significativo en 3 parámetros en comparación al grupo control. En el estudio de **Gutiérrez-Cruz et al.**¹⁷, el grupo intervención logró una mejora de la fuerza estática (2 parámetros de 2 totales), de la marcha (8 parámetros de 14), del equilibrio (4 parámetros de 12 totales) y de la prueba de sentado-de pie (10 de 12 parámetros).

Dando como total, un resultado significativo respecto a los valores iniciales en 24 de 40 parámetros.

Es el estudio de **Gutiérrez-Cruz et al.**¹⁷ el que obtuvo un mayor número de resultados significativos en comparación a los otros estudios. De esta forma, resulta más beneficioso aplicar un programa de entrenamiento cognitivo combinado con ejercicios de fuerza que otro tipo de ejercicio, como es el aeróbico en el caso del estudio de **Jiménez -Morales et al.**¹⁵ o el equilibrio y la marcha en el estudio de **Sosnoff et al.**¹⁶

Sin embargo, cabe destacar que el estudio de **Gutiérrez-Cruz et al.**¹⁷ solo recoge los resultados obtenidos dentro del grupo intervención, y no analiza estadísticamente las diferencias entre el grupo control y el grupo intervención. Por tanto, la conclusión extraída es que, debido a los escasos resultados significativos intergrupo obtenidos en los restantes estudios, un programa de ejercicio físico combinado con tareas cognitivas tiene escasa efectividad en pacientes con EM. De esta manera, sería preferible la elección de otro tipo de abordaje.

E) Ejercicio de fuerza

En último lugar, vamos a analizar 2 ensayos clínicos^{18,19} que cuentan con un programa de entrenamiento de fuerza.

El estudio de **Moradi et al.**¹⁸ posee un grupo intervención de 8 varones con una puntuación media de 3 en la EDSS, que completó un programa de entrenamiento de fuerza, estructurado en 2 partes. En primer lugar, realizaron 6 sesiones de instrucción durante las dos primeras semanas con el objetivo de familiarizarse con los ejercicios. Posteriormente, completaron un protocolo supervisado e individualizado durante 8 semanas consecutivas con una frecuencia de 3 sesiones semanales formado por ejercicios de miembros superiores e inferiores en máquinas convencionales (remo sentado, prensa de pecho, prensa de piernas, etc.). En la primera semana, la intensidad fue del 50 % de 1 RM y se repitió de 6 a 10 veces cada ejercicio. En las siguientes semanas, se fue incrementando la intensidad y las repeticiones. Las sesiones, de 30 minutos de duración, se completaron con un calentamiento en un cicloergómetro o tapiz rodante y un enfriamiento final.

El grupo control, integrado por 10 individuos varones y una puntuación media de 3 en la EDSS, no fue sometido a ningún programa de entrenamiento. En relación al

cumplimiento, solo 2 personas del grupo intervención no completaron el programa, por lo que no fueron incluidos en el análisis. Como efectos adversos, destacamos la aparición de problemas musculares en uno de los participantes.

El estudio de **Ghasemi et al.**¹⁹ presenta un grupo intervención formado por 16 mujeres con una discapacidad media de 2.18 según la EDSS, el cual llevó a cabo un programa de fuerza de una duración de 8 semanas, a razón de 3 sesiones semanales de 30 minutos de duración cada una. Se propuso un entrenamiento en suspensión o TRX que incluía 8 ejercicios con 4 niveles de dificultad en cada uno. Los 8 ejercicios fueron: TRX remo 45°, TRX curl de isquiotibiales, TRX sentadillas, TRX abducción caderas en decúbito supino, TRX flexiones laterales de tronco, TRX posición de cuadrupedia, zancada hacia atrás con TRX y plancha sobre antebrazos con TRX. Los ejercicios fueron supervisados por un entrenador.

El grupo control, que estaba compuesto por 11 mujeres con una puntuación media en la EDSS de 2.59, no realizó ningún programa de ejercicio. Finalmente, el estudio contó inicialmente con un grupo intervención y un grupo control de 19 y 15 sujetos, respectivamente. 3 sujetos del grupo intervención abandonaron el estudio y 4 sujetos del grupo control no fueron incluidos en el análisis por diferentes motivos como embarazo o agravamiento de la enfermedad.

Comparando ambas publicaciones, el estudio de **Moradi et al.**¹⁸ obtuvo una mejora significativa respecto a sus valores iniciales en 8 de 9 parámetros estudiados: pruebas funcionales de marcha (three-minute step test, 10-MWT y TUG), fuerza muscular (remo sentado, prensa de pecho, extensión de pierna y prensa de pierna) y discapacidad (EDSS). El grupo intervención mejoró significativamente en comparación al grupo control en 7 de 9 parámetros: Marcha (three-minute step test y TUG), fuerza muscular (remo sentado, prensa de pecho, extensión pierna y prensa de pierna) y discapacidad (EDSS). Por otra parte, el estudio de **Ghasemi et al.**¹⁹ obtuvo una mejora significativa en relación al grupo control en 13 de los 16 parámetros: prueba funcional de movilidad (TUG), marcha (10MWM y 2MWT), prueba funcional de miembros inferiores (5-STs), error absoluto de propiocepción en la rodilla (1 de 4 parámetros) y contracciones isométricas máximas de flexores y extensores de rodilla (8 de 8 parámetros).

En vista de los resultados, en ambos estudios se obtiene una mejora significativa de la amplia mayoría de los parámetros. Además, ambos programas comparten características similares: tienen una duración de 8 semanas, constan de 3 sesiones semanales de 30 minutos de duración, los ejercicios son supervisados, etc. La principal diferencia entre ambos es que el estudio de **Moradi et al.**¹⁸ emplea cargas externas (máquinas de gimnasio) mientras que el estudio de **Ghasemi et al.**¹⁹ utiliza autocargas (peso corporal en TRX).

La escasa diferencia en las características de los protocolos y en los resultados nos dificulta el análisis comparativo, pero nos lleva a una conclusión general evidente: la efectividad del ejercicio de fuerza en pacientes con EM para la mejora de la capacidad funcional y fuerza muscular, que conducirán a un incremento del bienestar y calidad de vida. Es por esto, por lo que es un abordaje interesante a tener en cuenta en la práctica clínica.

Finalmente, el abandono del entrenamiento por parte de algunos sujetos, así como la aparición de problemas relacionados con el entrenamiento pueden tener origen en la escasa duración del protocolo. Esto manifiesta la necesidad de implantar el ejercicio físico como un hábito en la vida diaria, lo que mejoraría la adherencia y los resultados (visto la tendencia positiva de los resultados en un programa de 8 semanas de duración).

5. DISCUSIÓN

El objetivo principal de esta revisión ha sido comprobar el efecto del ejercicio físico en el tratamiento de personas con EM. Como visión general, todos los estudios analizados han logrado beneficios evidentes gracias al entrenamiento propuesto en contraposición al grupo control.

El objetivo secundario de este trabajo era establecer qué tipo de ejercicio ofrecía los mejores resultados. Apoyándonos en la evidencia científica hallada en el análisis de las publicaciones, el entrenamiento acuático (supervisado, dirigido y ejecutado en una piscina con climatización) es el que ha ofrecido los mejores resultados, sobresaliendo en la totalidad de parámetros estudiados. Considero necesario destacar también el entrenamiento de fuerza, tanto combinado con el ejercicio aeróbico, en donde se han

mejorado variables psicológicas como la depresión o la calidad de vida, y han carecido de abandonos y efectos adversos, o como abordaje solitario, en donde se han obtenido mejoras manifiestas de la capacidad funcional y fuerza muscular de los participantes. Estos, por tanto, serían los programas de entrenamiento más efectivos para aplicar a pacientes con EM.

En relación al contexto del ejercicio físico, varias publicaciones han obtenido la misma conclusión, y es que el ejercicio supervisado obtiene mejores resultados que los protocolos no supervisados, como ocurre en el ejercicio aeróbico^{9,10} y en el ejercicio acuático.^{13,14} En relación a la frecuencia de sesiones, la mayoría de publicaciones coinciden en incluir pocas sesiones semanales, siendo 3 sesiones semanales, la frecuencia más repetida.^{10,13,14,17-19} Las recomendaciones a la población general oscilan entre 3-5 sesiones semanales, por lo que incrementar el número de sesiones hasta 5 podría suponer un incremento de los beneficios y de la adherencia al entrenamiento. Sin embargo, hemos de ser cautos con estos pacientes debido a su intolerancia a situaciones de excesiva temperatura corporal (fenómeno de Uhthoff)^{1,3} y a su particular fisiología cardiovascular y muscular.³ De manera similar ocurre con la duración del protocolo, donde prácticamente todos los estudios consensúan en el planteamiento de un programa de ejercicio de corta duración, no superando las 12 semanas en 9 de los 11 artículos.

Respecto a la duración del entrenamiento, hemos encontrado discrepancias en algunos estudios. Dentro del ejercicio aeróbico, es el estudio de **Orban et al.**⁹ el más efectivo siendo el de menor duración (8 semanas), mientras que, dentro del entrenamiento cognitivo, el estudio con mejores resultados es el de **Gutiérrez-Cruz et al.**¹⁷ siendo el estudio que plantea el programa más duradero (24 semanas).

En relación al estado inicial de los pacientes, los sujetos se han situado en un rango de 1.33-4.73 en la EDSS, con una puntuación media de 3 aproximadamente, interpretada como una discapacidad moderada. El deterioro progresivo, tanto físico como mental de la EM, conlleva un agravamiento de la condición física del paciente y una mayor dificultad para llevar a cabo actividades de manera autónoma. Por esta razón, sugiero la necesidad de investigar con poblaciones de estudio con un menor grado de discapacidad (discapacidad mínima y leve) y situadas en estadios iniciales de la EM. Así, la posibilidad de mejora sería mucho mayor y se podrían obtener resultados más

significativos que situaran al ejercicio físico como un tratamiento clave para frenar el desacondicionamiento global que acontece en esta enfermedad.

Una de las grandes limitaciones del estudio ha sido el escaso tamaño de la muestra en todas las publicaciones dificultando la extracción de conclusiones relevantes, donde solo el estudio de **Feys et al.**¹⁰ superó los 40 participantes. Otra limitación importante ha sido el diseño de los estudios, siendo muy variado: en algunos estudios los sujetos fueron aleatorizados, otros fueron agrupados por características basales, etc. Además, la mayoría de los participantes eran mujeres, acontecimiento esperado debido a la prevalencia de la enfermedad.

Finalmente, considero que la escasa duración de los estudios ha sido otra limitación, pues no hay un seguimiento posterior que nos permita resolver cuestiones, como: ¿Durante cuánto tiempo se mantienen los beneficios obtenidos? ¿Los beneficios del ejercicio físico siguen aumentando a mayor duración del entrenamiento o aparece una meseta en el que la mejora de la condición física se estabiliza, aunque sigamos con el entrenamiento? Es por esta razón por la que sugiero, de cara al futuro, realizar investigaciones que incluyan protocolos de mayor duración, así como seguimientos post-intervención.

6. CONCLUSIONES

Con el análisis de los 11 artículos seleccionados, he extraído las siguientes conclusiones:

- 1- El ejercicio físico es un abordaje efectivo en la práctica clínica, ya que se han evidenciado impactos beneficiosos en la condición física y mental de los pacientes con EM.
- 2- El entrenamiento prescrito en los estudios es muy diverso y varía en la duración y frecuencia de las sesiones, duración del protocolo, intensidad de la actividad física y tipo de ejercicio físico empleado.
- 3- Todos los artículos incluidos en el análisis obtienen resultados positivos sobre los pacientes. Esto pone en evidencia el gran abanico de posibilidades del que disponemos, no limitándonos a un solo tipo de ejercicio y lo que permitiría considerar las preferencias del paciente.

4- El ejercicio físico combinado con entrenamiento cognitivo no obtiene resultados trascendentes en el rendimiento cognitivo, en comparación a un abordaje físico exclusivo.

5- El tamaño de la muestra ha sido una limitación importante a la hora de poder extraer conclusiones definitivas.

Finalmente, como conclusión general, el ejercicio físico es una herramienta válida y efectiva para la EM, puesto que la evidencia científica encontrada muestra una mejoría tanto de los síntomas físicos como de los psicológicos de los pacientes. Sería interesante, de cara al futuro, realizar investigaciones acerca de entrenamientos más prolongados, para comprobar los efectos del ejercicio físico a largo plazo y su influencia en la evolución de la enfermedad.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Compston A, Coles A. Multiple sclerosis. *The Lancet*. 2002; 359:1221–31.
2. Oh J, Vidal-Jordana A, Montalban X. Multiple sclerosis: Clinical aspects. *Curr Opin Neurol*. 2018;31(6):752–9.
3. Halabchi F, Alizadeh Z, Sahraian MA, Abolhasani M. Exercise prescription for patients with multiple sclerosis; potential benefits and practical recommendations. *BMC Neurol*. 2017;17(1):1–11.
4. Leary SM, Porter B, Thompson AJ. Multiple sclerosis: Diagnosis and the management of acute relapses. *Postgrad Med J*. 2005;81(955):302–8
5. Thompson AJ, Baranzini SE, Geurts J, Hemmer B, Ciccarelli O. Multiple sclerosis. *The Lancet*. 2018;391(10130):1622–36.
6. Espa S. El 70% de los nuevos casos diagnosticados de Esclerosis Múltiple corresponden a personas de entre 20 y 40 años. *Soc española Neumol* [Internet]. Disponible en: <http://www.sen.es/saladeprensa/pdf/Link204.pdf>
7. Vidal-Jordana A, Montalban X. Multiple sclerosis: Epidemiologic, clinical, and therapeutic aspects. *Neuroimaging Clin N Am*. 2017;27(2):195–204.
8. Bishop M, Rumrill PD. Multiple sclerosis: Etiology, symptoms, incidence and prevalence, and implications for community living and employment. *Work*. 2015;52(4):725–34.
9. Orban A, Garg B, Sammi MK, Bourdette DN, Rooney WD, Kuehl K, et al. Effect of High-Intensity Exercise on Multiple Sclerosis Function and Phosphorous Magnetic Resonance Spectroscopy Outcomes. *Med Sci Sports Exerc*. 2019 Jul 1;51(7):1380–6.
10. Feys P, Moumdjian L, Van Halewyck F, Wens I, Eijnde BO, Van Wijmeersch B, et al. Effects of an individual 12-week community-located “start-to-run” program on physical capacity, walking, fatigue, cognitive function, brain volumes, and structures in persons with multiple sclerosis. *Mult Scler*. 2019;25(1):92–103.
11. Grazioli E, Tranchita E, Borriello G, Cerulli C, Minganti C, Parisi A. The Effects of Concurrent Resistance and Aerobic Exercise Training on Functional Status in Patients with Multiple Sclerosis. *Curr Sports Med Rep*. 2019;18(12):452–7.

12. Sangelaji B, Kordi M, Banihashemi F, Nabavi SM, Khodadadeh S, Dastoorpoor M. A combined exercise model for improving muscle strength, balance, walking distance, and motor agility in multiple sclerosis patients: A randomized clinical trial. *Iran J Neurol*. 2016;15(3):111–20.
13. Aidar FJ, Gama De Matos D, De Souza RF, Gomes AB, Saavedra F, Garrido N, et al. Influence of aquatic exercises in physical condition in patients with multiple sclerosis. *J Sports Med Phys Fitness*. 2018;58(5):684–9.
14. Kargarfard M, Shariat A, Ingle L, Cleland JA, Kargarfard M. Randomized controlled trial to examine the impact of aquatic exercise training on functional capacity, balance, and perceptions of fatigue in female patients with multiple sclerosis. *Arch Phys Med Rehabil*. 2018;99(2):234–41
15. Jiménez-Morales RM, Herrera- Jiménez LF, Macías-Delgado Y, Pérez-Medinilla YT, Díaz-Díaz SM, Forn C. Entrenamiento cognitivo combinado con ejercicios aeróbicos en pacientes con esclerosis múltiple: estudio piloto. *Rev Neurol* 2017; 64: 489-95
16. Sosnoff JJ, Wajda DA, Sandroff BM, Roeing KL, Sung J, Motl RW. Dual task training in persons with Multiple Sclerosis: A feasibility randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. 2017;31(10):1322–31.
17. Gutiérrez-Cruz C, Rojas-Ruiz FJ, de la Cruz-Márquez JC, Gutiérrez-Dávila M. Effect of a combined program of strength and dual cognitive-motor tasks in multiple sclerosis subjects. *Int J Environ Res Public Health*. 2020 Sep 1;17(17):1–12.
18. Moradi M, Sahraian MA, Aghsaie A, Kordi MR, Meysamie A, Abolhasani M, et al. Effects of eight-week resistance training program in men with multiple sclerosis. *Asian J Sports Med*. 2015;6(2):1–7.
19. Moghadasi A, Ghasemi G, Sadeghi-Demneh E, Etemadifar M. The effect of total body resistance exercise on mobility, proprioception, and muscle strength of the knee in people with multiple sclerosis. *J Sport Rehabil*. 2020;29(2):192–9.
20. Inojosa H, Schrieffer D, Ziemssen T. Clinical outcome measures in multiple sclerosis: A review. *Autoimmun Rev*. 2020;19(5):102512. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.autrev.2020.102512>

8.ANEXOS

Anexo 1. Escala expandida del estado de discapacidad (EDSS)

La EDSS es una herramienta estandarizada utilizada para la evaluación de la discapacidad relacionada con la EM. Fue publicada en el año 1983 y se obtiene a través de un examen neurológico.²⁰

En el cálculo de esta escala, se evalúan 7 grupos funcionales, conocidos como sistemas funcionales: visual, el tronco cerebral, la piramidal, la cerebelosa, la sensitiva, la intestinal/vesical y la cerebral (Tabla 2).²⁰

Posteriormente, estos resultados se trasladan a la EDSS, que consiste en una escala de 0 (examen neurológico normal) a 10 (muerte por EM) con incrementos de 0.5 (Tabla 3).²⁰

Función piramidal 0. Normal. 1. Signos anormales sin discapacidad. 2. Discapacidad mínima. 3. Paraparesia o hemiparesia leve o moderada; monoparesia severa. 4. Paraparesia o hemiparesia marcada; cuadriparesia moderada; o monoplejía. 5. Paraplejía, hemiplejía o cuadriparesia marcada. 6. Tetraplejía.
Función cerebelosa 0. Normal. 1. Signos anormales sin discapacidad. 2. Ataxia leve. 3. Ataxia moderada de tronco o extremidades. 4. Ataxia severa, todas las extremidades. 5. Incapacidad de realizar movimientos coordinados debido a la ataxia.
Función del tronco cerebral 0. Normal. 1. Sólo signos. 2. Nistagmo moderado u otra discapacidad leve. 3. Nistagmo severo, marcada debilidad extraocular o discapacidad moderada de otros pares craneales. 4. Disartria marcada u otra discapacidad marcada. 5. Incapacidad para tragar o hablar.

Función sensitiva

0. Normal.

1. Disminución de la sensibilidad vibratoria o grafestesia, en 1 o 2 miembros.

2. Disminución leve de la sensibilidad táctil o del dolor o de la posición y/o disminución moderada de la sensibilidad vibratoria en uno o dos miembros; o disminución de la sensibilidad vibratoria (o grafestesia) en tres o cuatro miembros.

3. Disminución moderada de la sensibilidad táctil o dolorosa o posicional y/o pérdida de la sensibilidad vibratoria en una o dos extremidades; o disminución leve de la sensibilidad táctil o dolorosa y/o disminución moderada en todas las sensibilidades propioceptivas en tres o cuatro extremidades.

4. Disminución marcada de la sensibilidad táctil o dolorosa o propioceptiva, aisladas o combinadas, en una o dos extremidades; o disminución moderada de la sensibilidad táctil o dolorosa y/o disminución severa de la sensibilidad propioceptiva en más de dos miembros.

5. Pérdida (esencialmente) de la sensibilidad en uno o dos extremidades; o disminución moderada de la sensibilidad táctil o dolorosa y/o pérdida de la sensibilidad propioceptiva en la mayor parte del cuerpo por debajo de la cabeza.

6. Pérdida de la sensibilidad esencialmente por debajo de la cabeza.

Función del intestino y de la vejiga

0. Normal.

1. Duda urinaria leve, urgencia o retención.

2. Moderada vacilación, urgencia, retención de intestino o vejiga, o incontinencia urinaria poco frecuente.

3. Incontinencia urinaria frecuente.

4. Con necesidad de sondaje casi constante.

5. Pérdida de la función de la vejiga.

6. Pérdida de la función intestinal y vesical.

Función visual

0. Normal.

1. Escotoma con agudeza visual (corregida) mejor de 20/30.

2. Ojo peor con escotoma con agudeza visual máxima visual (corregida) de 20/30 a 20/59.

3. Ojo peor con escotoma grande, o disminución moderada disminución de los campos, pero con una agudeza visual máxima visual máxima (corregida) de 20/60 a 20/99.

4. Ojo peor con marcada disminución de los campos y agudeza visual máxima (corregida) de 20/100 a 20/200; grado 3 más agudeza máxima del mejor ojo mejor de 20/60 o menos.

5. Ojo peor con agudeza visual máxima (corregida) inferior a 20/200; grado 4 más agudeza máxima agudeza máxima del mejor ojo de 20/60 o menos.

6. Grado 5 más agudeza visual máxima del mejor ojo mejor de 20/60 o menos.

Función cerebral	
0.	Normal.
1.	Alteración del estado de ánimo únicamente (No afecta a la puntuación de la EDSS).
2.	Deterioro mental leve.
3.	Deterioro mental moderado.
4.	Deterioro mental marcado.
5.	Demencia o síndrome cerebral crónico-grave(severa o incompetente).

Tabla 2. Sistemas funcionales. *Extraído de Kurtzke JF. Rating neurologic impairment in multiple sclerosis: an expanded disability status scale (EDSS). Neurology. 1983;33(11):1444–52*

0	Examen neurológico normal (todos grado 0 en Sistemas Funcionales [FS]; grado cerebral 1 aceptable).
1.0	Sin discapacidad, signos mínimos en un FS (es decir grado 1, excluyendo el grado cerebral 1).
1.5	Sin discapacidad, signos mínimos en más de un FS (más de un grado 1, excluyendo grado cerebral 1).
2.0	Discapacidad mínima en un FS (un FS grado 2, otros 0 o 1).
2.5	Discapacidad mínima en dos FS (dos FS grado 2, otros 0 o 1).
3.0	Discapacidad moderada en un FS (un FS grado 3, otros 0 o 1), o discapacidad leve en tres o cuatro FS (tres o cuatro FS grado 2, otros 0 o 1) aunque totalmente ambulatorio.
3.5	Totalmente ambulatorio pero con discapacidad moderada en un FS (un grado 3) y uno o dos FS grado 2; o dos FS grado 3; o cinco FS grado 2 (otros 0 o 1).
4.0	Totalmente ambulatorio sin ayuda, autosuficiente, se levanta unas 12 horas al día a pesar de una discapacidad relativamente grave consistente en un FS grado 4 (otros 0 o 1), o combinaciones de grados menores que superan los límites de los pasos previos. Es capaz de caminar sin ayuda ni descanso unos 500 metros.
4.5	Totalmente ambulatorio sin ayuda, se levanta y se desplaza gran parte del día, capaz de trabajar una jornada completa, puede tener alguna limitación de la actividad completa o requiere una asistencia mínima; se caracteriza por una discapacidad relativamente grave, que suele consistir en un grado 4 de FS (otros 0 o 1) o combinaciones de grados menores que superan los límites de pasos anteriores. Capaz de caminar sin ayuda ni descanso durante unos 300 metros.
5.0	Ambulatorio sin ayuda ni descanso durante unos 200 metros; discapacidad lo suficientemente grave como para impedir actividades diarias (por ejemplo, para trabajar todo el día). (Los equivalentes habituales de FS son un grado 5 solo, otros 0 o 1; o combinaciones de grados menores que suelen superar las especificaciones del grado 4.0).

5.5	Ambulatorio sin ayuda ni descanso durante unos 100 metros; discapacidad lo suficientemente grave como para impedir actividades diarias completas. (Los equivalentes habituales de FS son un grado 5 solo, otros 0 o 1; o combinaciones de grados menores que suelen superar los para el grado 4.0).
6.0	Asistencia constante o intermitente unilateral (bastón, muleta o corsé) necesaria para caminar unos 100 metros con o sin descanso. (Los equivalentes de FS son combinaciones con más de dos FS de grado 3+).
6.5	Asistencia bilateral constante (bastones, muletas o soportes) necesaria para caminar unos 20 metros sin descanso. (Los equivalentes habituales de FS son combinaciones con más de dos FS de grado 3+).
7.0	No puede caminar más allá de unos 5 metros incluso con ayuda, esencialmente restringido a la silla de ruedas; se desplaza por sí mismo y se traslada solo; levantado unas 12 horas al día en silla de ruedas. (Los equivalentes habituales de FS son combinaciones con más de una FS grado 4+ ; muy raramente grado 5 piramidal solo).
7.5	No puede dar más que unos pocos pasos; limitado a la silla de ruedas; puede necesitar ayuda para trasladarse; maneja por sí mismo, pero no puede permanecer en silla de ruedas estándar un día entero; puede necesitar silla de ruedas motorizada. (Los equivalentes habituales de FS son combinaciones con más de un FS grado 4+).
8.0	Esencialmente restringido a la cama o a la silla de ruedas. Puede estar levantado la gran parte del día; conserva muchas funciones de autocuidado; generalmente tiene un uso efectivo de los brazos. (Los equivalentes habituales de FS son combinaciones, generalmente de grado 4 + en varios sistemas).
8.5	Esencialmente restringido a la cama la mayor parte del día; tiene un cierto uso efectivo de los brazos; conserva algunas funciones de autocuidado. (Los equivalentes habituales de FS son combinaciones, generalmente 4+ en varios sistemas).
9.0	Paciente encamado; puede comunicarse y comer. (Los equivalentes habituales de FS son combinaciones, en su mayoría de grado 4+).
9.5	Paciente encamado; incapaz de comunicarse eficazmente o de comer/tragar. (Los equivalentes de FS son combinaciones, casi todas grado 4+).
10	Muerte por EM.

Tabla 3. Escala expandida del estado de discapacidad, elaborada por John F. Kurtzke en 1983. *Extraída de Kurtzke JF. Rating neurologic impairment in multiple sclerosis: an expanded disability status scale (EDSS). Neurology. 1983;33(11):1444–52*

Anexo 2. Características de los estudios incluidos en el análisis (por orden de aparición en la revisión).

Autores y año de publicación	Población de estudio y puntuación media EDSS	Características de la intervención	Parámetros estudiados	Resultados obtenidos
Orban et al., 2019 ⁹	<p>17 participantes (15 mujeres y 2 hombres).</p> <p>GE: Edad media: 44.7 años EDSS media: 3.5</p> <p>GC: Edad media: 48.7 años EDSS media: 3</p>	<p>-GE (n=10): programa de ejercicio aeróbico de alta intensidad en cicloergómetro y cinta rodante (70% de la FC máxima). 4 sesiones/semana de 30 minutos cada una.</p> <p>Duración: 8 semanas.</p> <p>-GC (n=7): estiramientos estáticos con guía de papel excepto primera sesión (dirigida). 4 sesiones/semana de 30 minutos cada una.</p> <p>Duración: 8 semanas.</p>	<p>-Capacidad aeróbica: VO₂ máx, W, tiempo total ejercicio, PA sistólica y FC basal.</p> <p>-Composición corporal: IMC, peso corporal, % grasa, masa grasa y masa magra.</p> <p>-SDMT (cognición).</p> <p>-MFIS (fatiga).</p> <p>-TUG.</p> <p>-6MWT (marcha).</p> <p>-Espectroscopía de resonancia magnética del músculo tibial anterior y cerebro (7 parámetros).</p>	<p>-GE obtiene una mejora significativa intragrupo en: VO₂ máx, W, tiempo total de ejercicio, SDMT, MFIS: subpuntuaje cognitivo, ATP/PCr y kPCr en el músculo tibial anterior derecho, masa muscular magra y % grasa corporal.</p> <p>-GE obtiene mejora significativa intergrupo en: VO₂ máx, W y tiempo total de ejercicio.</p> <p>-No cambios significativos en GC.</p>

Feys et al., 2017 ¹⁰	<p>42 participantes (23 mujeres y 19 hombres).</p> <p>GE: Edad media=36.6 años</p> <p>GC: Edad media=44.4 años</p> <p>EDSS =2.5 (discapacidad leve)</p>	<p>-GE (n=21): entrenamiento aeróbico individual y supervisado remotamente. Sesiones de largas caminatas y breves carreras de 1' y de creciente duración. 3 sesiones/semana.</p> <p>Duración: 12 semanas.</p> <p>-GC (n=21): ningún programa de entrenamiento.</p>	<p>-Capacidad aeróbica: VO₂ máx, W, tiempo total de ejercicio y FC máxima.</p> <p>-Función motora: 5-STTS, T25FW y 6MWT.</p> <p>-Función cognitiva: DSST, SPART, PASAT, generación lista de palabras, test LTS y test CLTR.</p> <p>-MSWS-12 (marcha).</p> <p>-MSIS-29 (calidad de vida).</p> <p>-FSMC (fatiga).</p> <p>-Resonancia magnética cerebral (17 parámetros).</p>	<p>-GE obtuvo una mejora significativa intergrupo en la capacidad aeróbica, 5-STTS, SPART, MSWS-12, MSIS-29, FSMC y un parámetro de RM cerebral (volumen pallidum izquierdo).</p> <p>-No mejoras significativas en GC.</p>
---------------------------------	---	---	---	--

Grazioli et al., 2019 ¹¹	<p>20 participantes (15 mujeres y 5 hombres).</p> <p>GE: Edad media=45.91 años EDSS media=4.73</p> <p>GC: Edad media=39.40 años EDSS media=4.40</p>	<p>GE (n=10): programa combinado de ejercicio aeróbico en cicloergómetro al 65% de la FC máxima y ejercicios de fuerza de EESS y EEII al 50% de 1RM. 2 sesiones/semana de 1 hora.</p> <p>Duración: 12 semanas.</p> <p>GC (n=10): ejercicios activos de EESS y EEII (Vojta y Bobath). 2 sesiones/semana de 1 hora.</p> <p>Duración: 12 semanas.</p>	<p>-TUG.</p> <p>-6MWT (marcha).</p> <p>-10MWT (marcha).</p> <p>-Escala equilibrio de Berg.</p> <p>-MSQOL-54 (calidad de vida).</p> <p>-PHQ9 (depresión).</p> <p>-FSS (fatiga).</p> <p>-EDSS (discapacidad).</p>	<p>-GE obtuvo una mejora significativa de: TUG, 6MWT, 10MWT, MSQOL-54, PHQ9, FSS y EDSS.</p> <p>-GC obtuvo mejora significativa de MSQOL-54 y FSS.</p>
-------------------------------------	---	--	---	--

Sangelaji et al., 2016 ¹²	<p>40 participantes (no datos acerca del sexo).</p> <p>GE 1: Edad media: 35.80 años EDSS media: 1.33</p> <p>GE 2: Edad media: 31.33 años EDSS media: 2.06</p> <p>GE 3: Edad media: 33.91 años EDSS media: 1.95</p> <p>GC: Edad media: 33.63 años EDSS media: 1.81</p>	<p>Programa combinado de ejercicio aeróbico con cicloergómetro y tapiz rodante entre el 40-70% de la FC máxima y entre 10-20 minutos; y ejercicios de fuerza de EEII entre el 50-70% de 1 RM con 3 series de 10 repeticiones.</p> <p>-GE 1 (n=10): 1 sesión fuerza y 3 sesiones aeróbicas / semana.</p> <p>-GE 2 (n=10): 2 sesiones de fuerza y 2 sesiones aeróbicas / semana.</p> <p>-GE 3(n=10): 3 sesiones de fuerza y 1 sesión aeróbica / semana.</p> <p>Duración: 8 semanas.</p> <p>-GC (n=10): no entrenamiento.</p>	<p>-RM flexión rodilla derecha.</p> <p>-RM extensión rodilla derecha.</p> <p>-RM flexión rodilla izquierda.</p> <p>-RM extensión rodilla izquierda.</p> <p>-10MWT (marcha).</p> <p>-20MWT (marcha).</p> <p>-TUG.</p> <p>-Escala equilibrio de Berg.</p> <p>-FSS (fatiga).</p>	<p>-GE 1 obtuvo mejora significativa intragrupo en: 10MWT, 20MWT, BBS, RM extensión rodilla derecha, RM flexión y extensión rodilla izquierda y TUG.</p> <p>-GE 1 obtuvo una mejora significativa intergrupo en: 6MWT, 10MWT, 20 MWT, BBS, RM flexión y extensión rodilla derecha y RM flexión y extensión rodilla izquierda.</p> <p>-No cambios significativos en GC.</p>
---	---	---	---	--

Aidar et al., 2018 ¹³	<p>26 participantes (17 mujeres y 9 hombres).</p> <p>GE: Edad media: 41.3 años</p> <p>GC: Edad media: 43.6 años EDSS variada pero con predominancia de discapacidad moderada</p>	<p>GE (n=13): programa de entrenamiento acuático formado por diferentes ejercicios: marcha, bicicleta con <i>pool noodle</i>, ejercicios de EESS y EEII, ejercicios respiratorios. 3 sesiones semanales de 45-60 minutos.</p> <p>Duración: 12 semanas.</p> <p>GC (n=13): no entrenamiento.</p>	<p>-TUG.</p> <p>-Escala equilibrio de Berg.</p> <p>-Timed 7.62 meter walk.</p> <p>-Getting up from a sitting position.</p>	<p>El GE obtuvo una mejora significativa en los 4 parámetros.</p> <p>-No cambios significativos en GC.</p>
Kargarfard et al., 2018 ¹⁴	<p>32 participantes, todas mujeres.</p> <p>GE: Edad media: 36.5 años EDSS media: 3.4</p> <p>GC: Edad media: 36.2 EDSS media: 3.7</p>	<p>-GE (n=17): programa de entrenamiento acuático formado por calentamiento a poca profundidad, circuito de ejercicios funcionales de movilidad de equilibrio y de marcha a mayor profundidad y enfriamiento a poca profundidad. 3 sesiones/semana de una hora.</p> <p>Duración: 8 semanas.</p> <p>-GC (n=15): no entrenamiento.</p>	<p>-IMC (Composición corporal).</p> <p>-6MWT (marcha)</p> <p>-10-STs.</p> <p>-Push up test.</p> <p>-Escala equilibrio de Berg.</p> <p>-MFIS: física.</p> <p>-MFIS: cognitiva.</p> <p>-MFIS: psicosocial.</p>	<p>-El GE obtuvo una mejora significativa en los 8 parámetros.</p> <p>-No cambios significativos en GC.</p>

Jiménez- morales et al., 2017 ¹⁵	26 participantes (19 mujeres y 7 hombres) GE: Edad media: 44.62 años EDSS media: 4.70 GC: Edad media: 43.23 años EDSS media: 4.19	-GE (n=13): programa de ejercicio aeróbico con cicloergómetro y tapiz rodante combinado con entrenamiento cognitivo de 45 minutos a través de un juego de tablero (TADICS®) .5 sesiones/semana. Duración: 6 semanas. -GC (n=13): programa de entrenamiento aeróbica similar al GE. Duración: 6 semanas.	-SRT-S. -SRT-R. -SRT-D. -SPART 10/36. -SPART 10/36 D. -SDMT. -PASAT 3 segundos. -PASAT 2 segundos. -WLG fonético. -WLG semántico. -Stroop interferencia palabra-color. -IDB.	-GE obtuvo una mejora intergrupo en: SDMT, SPART 10/36 D y stroop interferencia palabra-color. -GE logró una mejora intragrupo en: PASAT 3 segundos, SDMT, SPART 10/36, SPART 10/36 D, stroop interferencia palabra-color e IDB. -GC obtuvo mejora significativa intragrupo en: PASAT 3 segundos e IDB.
Sosnoff et al., 2017 ¹⁶	20 participantes (10 mujeres y 9 hombres) *1 sujeto no dice sexo. GE: Edad media: 48.3 años EDSS media: 1.75 GC: Edad media: 56.8 años EDSS media: 2.5	-GE (n=10): programa combinado de ejercicios de equilibrio y marcha en tapiz rodante con actividades cognitivas.2 sesiones/semana de una hora cada una. Duración: 12 semanas. -GC (n=10): mismo entrenamiento de marcha y equilibrio que GE. Duración: 12 semanas.	-Marcha (3 parámetros). -Cognición (4 parámetros). -Equilibrio (2 parámetros).	GE obtuvo mejoras significativas intergrupo en 2 parámetros de la marcha y un parámetro de la cognición (memoria visoespacial). -No resultados significativos en GC.

Gutiérrez-Cruz et al., 2020 ¹⁷	<p>26 participantes (12 hombres y 14 mujeres).</p> <p>GE: Edad media: 40.7 años EDSS media: 3.6</p> <p>GC: Edad media: 47.2 años EDSS media: 3.8</p>	<p>GE (n=15): programa combinado de ejercicios de fuerza (fuerza dinámica general, fuerza dinámica contrarresistencia) con ejercicios cognitivo-motores (marcha/carrera dual y ejercicios de coordinación sobre placas inestables). 3 sesiones/semanales de una hora cada una.</p> <p>Duración: 24 semanas.</p> <p>GC (n=11): no programa de entrenamiento físico.</p>	<p>-Fuerza estática (2 parámetros).</p> <p>-Marcha (14 parámetros).</p> <p>-Equilibrio (12 parámetros).</p> <p>-Prueba sentado-pie (12 parámetros).</p>	<p>GE obtuvo una mejora significativa en fuerza estática, 8 parámetros de la marcha, 4 parámetros del equilibrio y 10 parámetros de la prueba sentado-pie.</p> <p>-No cambios significativos en GC.</p>
Moradi et al., 2015 ¹⁸	<p>18 participantes, todos hombres.</p> <p>GE: Edad media: 34.38 años EDSS media: 3</p> <p>GC: Edad media: 33.13 años EDSS media: 3</p>	<p>GE (n=8): programa individualizado y supervisado de entrenamiento de fuerza de EEII y EESS en máquinas convencionales. Al 50% de 1 RM en la primera semana, después aumento gradual. También calentamiento en cicloergómetro o tapiz rodante y enfriamiento. 3 sesiones/semana de 30 min cada una.</p> <p>Duración: 8 semanas.</p>	<p>-Three-minute step test (marcha).</p> <p>-10MWT (marcha).</p> <p>-TUG.</p> <p>-Remo sentado (fuerza muscular).</p> <p>-Prensa de pecho (fuerza muscular).</p> <p>-Extensión de pierna (fuerza muscular).</p>	<p>-GE obtuvo mejora significativa intragrupo en: three-minute step test, 10MWT, TUG, remo sentado, prensa de pecho, extensión de pierna, prensa de pierna y EDSS.</p> <p>-GE obtuvo mejora significativa intergrupo en three-minute step test,</p>

		GC (n=10): no programa entrenamiento físico.	-Prensa de pierna (fuerza muscular). -EDSS (discapacidad). - prueba de posición de Flamingo (equilibrio).	TUG, remo sentado, prensa de pecho, extensión pierna, prensa de pierna y EDSS. -No cambios significativos en GC.
Ghasemi et al., 2019 ¹⁹	27 participantes, todas mujeres. GE: Edad media: 37.62 años EDSS media: 2.18 GC: Edad media: 34.72 años EDSS media: 2.59	-GE (n=16): programa supervisado de ejercicios de fuerza a través de un entrenamiento en suspensión en TRX. 8 ejercicios de 4 niveles de dificultad cada uno. 3 sesiones/semana de 30 min cada una. Duración: 8 semanas. -GC (n=11): no programa de entrenamiento físico.	-TUG (movilidad). -10MWM (movilidad). -2MWT (movilidad). -5STS (movilidad). -Error absoluto de propiocepción en la rodilla (4 Parámetros). -Contracciones isométricas máximas de flexores y extensores de rodilla (8 parámetros).	GE obtuvo mejora significativa intergrupo en TUG, 10MWM, 2MWT, 5STS, error absoluto de propiocepción en la rodilla (1 de 4 parámetros) y contracciones isométricas máximas de flexores y extensores de rodilla (8 de 8 parámetros). -No cambios significativos en GC.

GE: grupo experimental; GC: grupo control; EDSS: escala expandida del estado de discapacidad; n: número; FC: frecuencia cardiaca; W: trabajo máximo; IMC: índice de masa corporal; SDMT: test de símbolos y dígitos; MFIS: escala de impacto del cansancio modificada; TUG: timed up and go test; 6MWT: test de marcha de 6 minutos; 5-STST: prueba sentado-pie 5 repeticiones; T25FW: prueba de la marcha cronometrada de 25 pies; DSST: prueba de sustitución de símbolos digitales; SPART: test de memoria visoespacial; PASAT: paced auditory serial addition test; LTS: almacenamiento a largo plazo; CLTR: recuperación constante a largo plazo; MSWS-12: escala de marcha de la EM de 12 ítems; MSIS-29: escala de impacto de la esclerosis múltiple; FSMC: escala de fatiga para funciones motoras y cognitivas; EESS: extremidades superiores; EEII: extremidades inferiores; RM: repetición máxima; 10MWT: prueba de marcha de 10 metros; MSQOL-54: cuestionario de calidad de vida específico de esclerosis múltiple; PHQ9: cuestionario para la depresión; FSS: escala de severidad de la fatiga; 20MWT: prueba de marcha de 20 metros; 10-STST: prueba sentado-pie 10 repeticiones; SRT-S: prueba de recuerdo selectivo de almacenamiento a largo plazo; SRT-R: prueba de recuerdo selectivo a largo plazo; SRT-D: prueba de recuerdo selectivo retardado; SPART D: test de memoria visoespacial retardada; WLG: generador de lista de palabras; IDB: inventario de depresión de Beck; TRX: total body resistance exercise; 10MWM: 10 metros de marcha máxima; 2MWT: prueba de marcha de 2 minutos.